

# Rejsetidsmåling på Frederikssundsvej

Teknikumingeniør René Ring, Trafikal Drift, Vejdirektoratet

## Indledning

Følgende gennemgang vil lægge hovedvægt på at beskrive det etablerede system til rejsetidsmåling på en ca. 11 km lang strækning af Frederikssundsvej, og herunder komme ind på nogle af de overvejelser, som har været gjort under systemets tilblivelse.

Systemet er etableret i et samarbejdsprojekt mellem Vejdirektoratet og Københavns Amt. COWI er rådgiver på projektet. Olsen Engineering ApS er systemleverandør.

Forløbet der er tale om strækker sig i projektmæssig sammenhæng over perioden fra primo 2001 og til dato (august 2003). På nuværende tidspunkt er systemet stadig i afsluttende prøvedrift, og det er altså ikke endeligt afleveret. Det er derfor noget begrænset, hvad der er foretaget af evaluering, bortset fra hvad der findes i forbindelse med de rent testmæssige resultater.

Systemet er i korte træk et videobaseret system, som vha. nummerpladegenkendelse er i stand til at beregne rejsetid for strækninger, og omsætte beregningerne til ”trafiktilstande”, som så vises på et kort på Internettet.

Beregningerne foregår løbende og Internetkortet opdateres hele tiden. Her kan trafikanter forud for deres køretur skaffe sig overblik over den aktuelle trafiksituation. Internetkortet anvendes også af lokalradioerne i deres trafikinformation, og derigennem kan trafikanterne holde sig informeret under deres køretur.

Formålet med det samlede system er at forbedre informationen om den aktuelle trafiksituation på strækningen, så trafikanterne kan handle ud fra det. Endvidere har det været formålet at få praktisk erfaring med anvendelse af rejsetidsmåling ved hjælp af videobaseret nummerpladegenkendelse til at beskrive den aktuelle trafiktilstand på en ikke motorvej.

## Projektgrundlag

Udgangspunktet for projektet har været at lave et ”TRIM-lignende system for en ikke motorvej”. TRIM er det system, som på et Internetkort orienterer om den aktuelle trafiksituation på det meste af motorvejsnettet omkring Storkøbenhavn. Det sker vha. farverne rød, gul, grøn og sort symboliserende henholdsvis kø trafik, tæt trafik, fri trafikafvikling og manglende data.

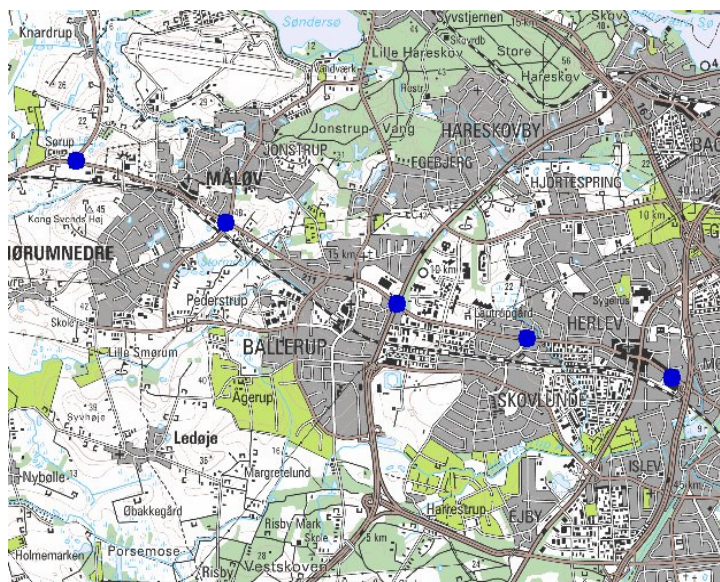
Et tidligt forundersøgelsesarbejde udpegede Frederikssundsvej som kandidatstrækning for projektet, motiveret ved at Frederikssundsvej er en særdeles trafikbelastet ikke-motorvej, som både Vejdirektoratet og Københavns Amt strækningsvis er vejbestyrere af. Samme forundersøgelsesarbejde forkastede muligheden for som datagrundlag at anvende spolebaserede trafikdata indsamlet fra signalanlæggene på strækningen. De signalspolerelaterede data var ikke beskrivende nok for trafikafviklingen på strækningen. Det skal i den forbindelse nævnes, at TRIM-systemets datagrundlag er spolebaseret, men motorvejsnettet er også et anderledes ”lukket system” med nøje styr på til- og frakørende trafik.

Et senere forundersøgellesarbejde fastlagde endeligt anvendelsen af detekteringsmetoden ”videobaseret nummerpladegenkendelse”. Samme forundersøgellesarbejde udpegede også den endelige strækning af Frederikssundsvej, som er kommet til at danne grundlag for projektet og systemet.

På kortene nedenfor, figur 1 og 2, er vist hhv. Frederikssundsvejs placering på kort over Storkøbenhavn, og et mere detaljeret kort over strækningen med den inddeling i delstrækninger, som systemet anvender.



Figur 1



Figur 2

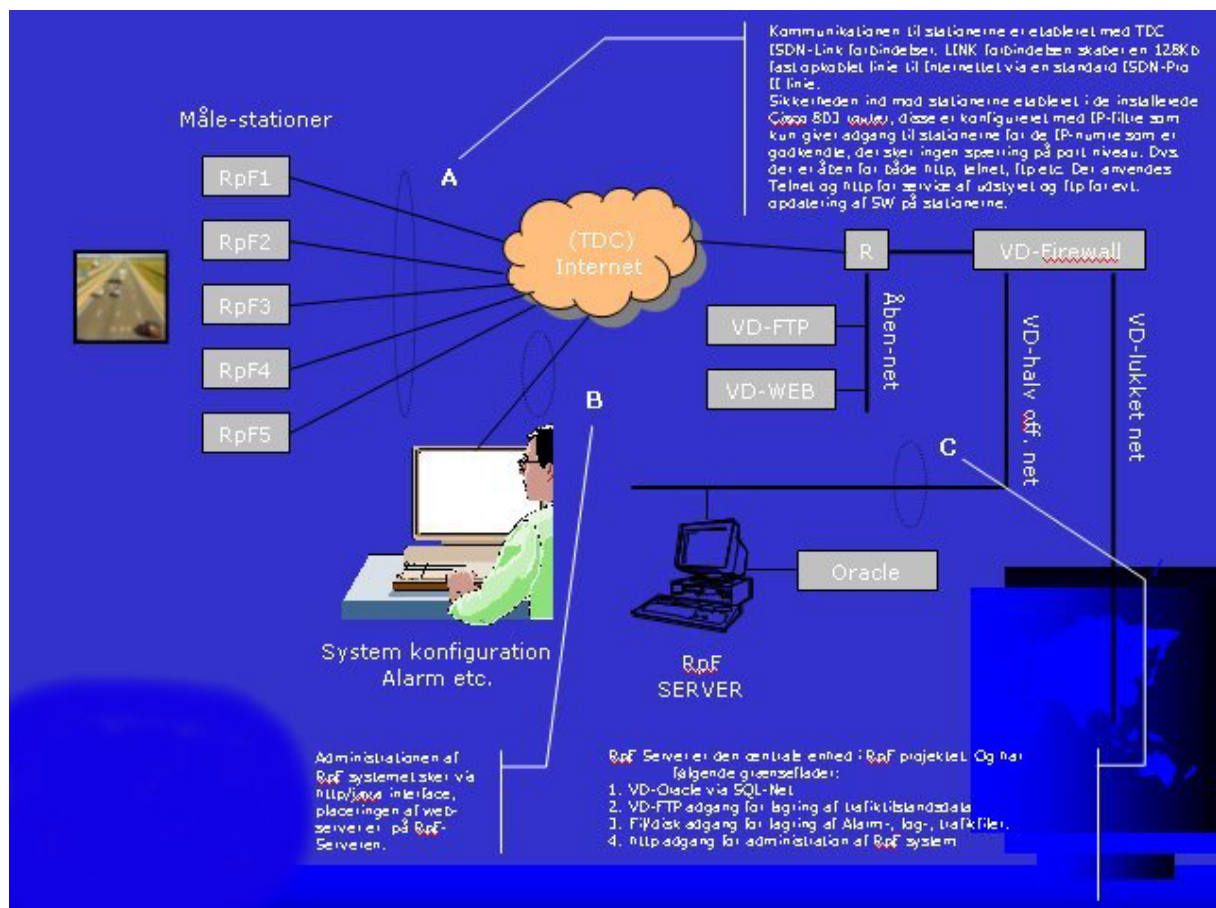
Systemet er etableret på en ca. 11 km lang strækning af Frederikssundsvej mellem Knardrupvej mod vest og Motorring 3 mod øst. Det dækker begge trafikretninger, og der er etableret 5 målepunkter, som inddeler strækningen i 2x4 delstrækninger. Systemet er specificeret til at skulle kunne udvides til 25 målesteder.

Valg af målesteder og strækningsinddeling er foretaget på baggrund af vejnettet, det aktuelle trafikafviklingsmønster, og under hensyntagen til at udmelding overfor trafikanterne skal kunne ske i forhold til geografiske og trafikale, genkendelige, sigende og naturlige skillepunkter.

Vejdirektoratet er vejbestyrer vest for det midterste målested, og Københavns Amt er det øst for og indtil kort efter det østligste målested, hvor kommunegrænsen mod Københavns Kommune går.

## Systemet

Systemet består af hvad der i daglig tale kaldes ”et marksystem” – dvs. udstyr placeret ude på strækningen - datakommunikation og en centralt placeret hovedstation. Marksystemet er ens opbygget på de 5 målesteder. Det består af en kameraopstilling, som er forbundet til et vejskab, hvori alle øvrige komponenter på målestedet er placeret. Systemoversigt fremgår af figur 3, og de væsentligste elementer gennemgås i det følgende.



Figur 3

## Kameraer

Kamerabestykningen ved hvert målested omfatter 2x2 kameraer, således at begge gennemkørende vognbaner i hver trafikretning er dækket ind. Den fuldt dækkende kamerabestykning med detektering i alle gennemgående kørespor, blev antaget for at være nødvendig for at opnå tilstrækkeligt mange muligheder for nummerplade-match – fx elimineres tab af match-mulighed, hvis et køretøj skifter kørespor undervejs mellem to målesteder. Bag ved antagelsen lå, at målinger lidt overraskende viste et rimeligt stort procentuelt frafald af køretøjer passerende strækningen fra vest mod øst – ved det østligste punkt var der 13 pct. tilbage, som også havde passeret det vestligste punkt.

Alle kameraopstillinger er placeret i midterrabat, enten på master opsat til formålet eller på eksisterende portaler e.l. Eksempel på en kameraopstilling er vist på figur 4. Midterrabat-placeringen er valgt af flere grunde blandt andet:

- ønske om at begrænse antallet af master
- der færre høje køretøjer i vognbanen tættest på kameraopstillingen, som kan skygge for køretøjer i vognbanen længst væk fra kameraopstillingen
- vejprofilet gav alle steder mulighed for midterrabatplacering, hvorved visse placeringsmæssige komplikationer i forhold til fortov/cykelsti samtidig undgås
- kameraerne blev lidt mindre tilgængelige for eventuelt hærværk

Hvor målestederne ligger i forbindelse med signalregulerede kryds, er kameraopstillingen i hver trafikretning placeret så langt efter (nedstrøms for) krydset, som signal-ledningsføringen



til vejskabet tillader det. Der er sket for at opnå tilstrækkelig afstand mellem køretøjerne, til at der kan tages brugbare billeder. Se principskitse i figur 5.



Figur 4



Figur 5

Kameraerne er baseret på IR-teknologi (infrarød teknologi). Når kameraet i sit billedfelt detekterer tilstedeværelse af et køretøj, optages en billedsekvens, som online transmitteres til en billedbehandlingsenhed i vejskabet. Der er ikke tale om et billede, der kan tydes af det menneskelige øje; hvis man fører signalet ind i videoudstyr kan det menneskelige øje blot se et gråtonet billede, hvor forlygter og nummerplade lyser op. Se figur 6.



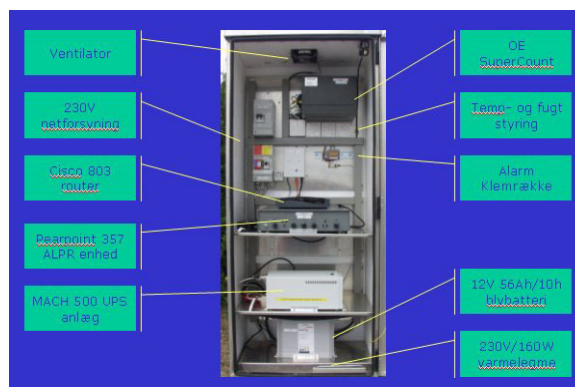
Figur 6

## Vejskabe

For hvert målested er opstillet et vejskab, hvori er placeret systemets øvrige komponenter ude på målestedet. Et vejskab med indhold er vist på figur 7. De væsentlige komponenter gennemgås i det følgende.

### Billedbehandlingsenhed

I hvert skab findes en billedbehandlingsenhed. I det konkrete system er én billedbehandlingsenhed tilstrækkelig til at behandle signaler fra 4 kameraer. Det skyldes, at dimensioneringsgrundlaget afhænger af den tidsopløsning, hvormed billederne skal tages, som igen afhænger af den skilte hastighed på strækningen, i dette tilfælde 70 km/t.



Figur 7

Billedsekvensen af hver køretøjspassage består af 3 billeder. Billedbehandlingsenheden behandler de 3 billeder og udvælger det teknisk set bedst egnede billede. Ud fra det billede udledes alle cifrene på nummerpladen (OCR), og denne information krypteres - begge dele mhp. at anonymisere informationen. Til kryptering anvendes en rutine (CRC32 one-way hash algoritme), der altid vil omsætte samme cifferinformation til samme krypterede værdi, men omvendt ikke vil kunne udlede cifferinformationen af en krypteret værdi.

Den krypterede information pakkes sammen med oplysning om tid, sted og køretøjsart (udledt af de første to cifre i registreringsnummeret) i en datapakke, som via vejcomputeren sendes til den centrale hovedstation. Hele billedbehandlingen foregår øjeblikkelig, og der lagres ingenting bortset fra indholdet i datapakken.

### Vejcomputer

I hvert skab findes en vejcomputer. Denne enhed binder de øvrige enheder i skabet sammen, styrer hvad der foregår i skabet og udveksler information med hovedstationen. Vejcomputerens væsentligste funktioner er ”at være i live”, at sende datapakker og eventuelle alarmer videre til hovedstationen, og at sørge for at holde tiden synkroniseret med regelmæssig udsendt systemtid fra hovedstationen.

Stort set al informationsudveksling mellem enheder i skabet og vejcomputer samt mellem vejcomputer og den centrale hovedstation er ”event drevet”. Det vil blandt andet sige, at der ikke forekommer forsinkelse, som følge af at information venter på at blive aftaget.

### Spændingsforsyning, ups og batteri backup

Skabet forsynes med 230 V netspænding. I tilfælde af spændingsudfald er der batteri-backup til godt 3 timers drift.

### Kommunikation

Den interne kommunikation i skabet foregår på et tcp/ip ethernetværk. Kommunikationen mellem skabet og hovedstationen foregår på ADSL forbindelser lejet og serviceret af TDC. I vejskabet omfatter udstyret en router med indbygget switch og et ADSL modem.

### Klimastyring

Vejskabet er udstyret med klimastyring og dertilhørende komponenter. Klimastyringen skal sørge for, dels at opretholde tilstrækkelig varme i skabet i kuldeperioder, og dels at sørge afkøling af skabet i varmeperioder og ventilation i fugtperioder. Klimastyringen er valgt til for at sikre overholdelse af de klimaspecifikationer, der gælder for enhederne i skabet.

### Alarmer

De alarmer, der kan afgives, vedrøre høj/lav temperatur, høj fugtighed, kameraudfald, spændingsudfald, batteribackup, ups-aktivering, skabsdør åben/lukket og ”i live signal” fra vejcomputer.

## **Hovedstationen**

Hovedstationen er en computer placeret centralt i Vejdirektoratet. På den findes udover systemprogrammel mv. også en database (Oracle) og applikationsprogrammel. Al information fra marksystemet i form af alarmer og data lagres i databasen.

Den væsentligste dataopsamling relateret til trafikale data omfatter:

- for hvert målesnit: målesnits-id, antal forsøgte og foretagne aflæsninger
- for hver køretøjspassage: tidspunkt, sted, køretøjsart, krypteret nummerpladeinformation og pålidelighed for aflæsningen.

### Databehandlingen for trafikale data

En gang hvert minut (justerbart) køres en beregningsrutine for de trafikale data. Rutinen beregner den aktuelle rejsetid for alle strækninger imellem to målesteder – i det konkrete tilfælde en matrice på 2 x 10 strækninger <sup>(1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 2-3, 2-4 ... 4-5, 5-4, 5-3, 5-2, 5-1, 4-3, 4-2 ... 2-1).</sup>

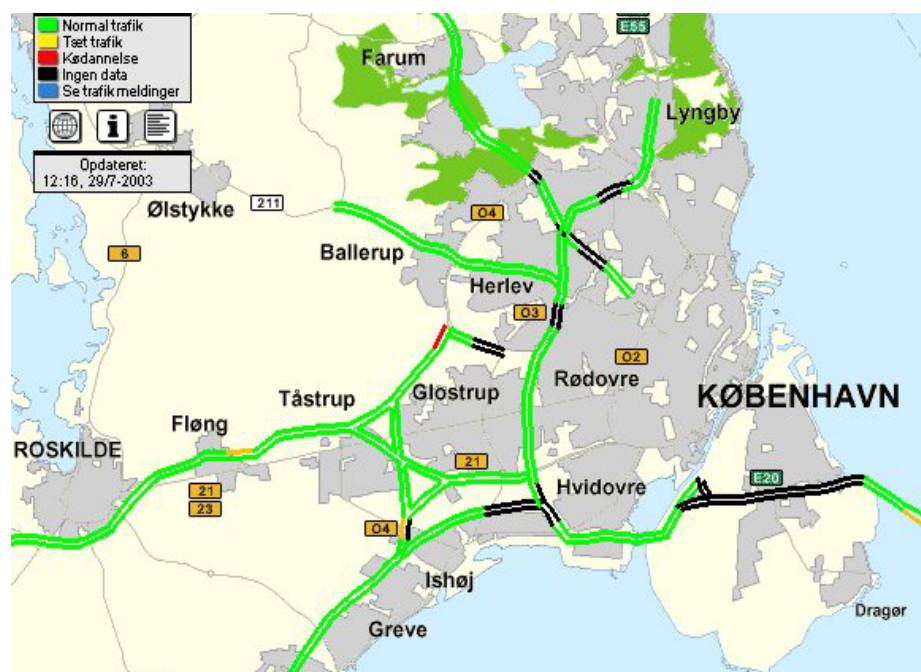
Årsagen til de mange strækningsberegninger er, dels at der skal være mulighed for substitution ved målestedsudfald, og dels at der tages konceptuelt højde for, at systemet kan udvides til at dække et vejnet og ikke blot en strækning.

For hver strækning søges efter nummerplade-match mellem start-målepunktet og slut-målepunktet i op til 4 timer bagud i tiden. Efter yderligere en række fravalgmuligheder på data/nummerpladematch, som ikke skal indgå i beregningen, foretages rejsetidsberegningen på det resulterende sæt af data.

De beregnede rejsetider sammenholdes derefter med en fastsat nominel rejsetid for den pågældende strækning, og afhængig af "forskellen" udledes den aktuelle trafiktilstand. Også den nominelle rejsetid såvel som de udsvingsintervaller, der afgør trafiktilstanden, kan justeres, blandt andet kan de knyttes op på en kalenderstyringsfunktion.

Som det fremgår, er der alt i alt mange justeringsmuligheder, som kan gøre beregningen rimelig kompliceret.

Efter endt beregning sendes resultatet videre til TRIM-systemets præsentationsdel, som sørger for at optegne resultatet på Internetkortet – se figur 8. Kortet er endnu ikke offentligt tilgængeligt.



Figur 8

#### Andre system-faciliteter

Hele systemets administrative side er tilgængeligt via web-interface. Ad den vej kan alle konfigurationsparametre fastsættes/justeres, og en række af systemets funktioner kontrolleres. Systemet danner nogle logfiler, blandt andet samles alle de beregnede trafiktilstandsresultater i en samlet fil pr. døgn. Systemets alarmhåndtering inkluderer advisering via e-mail. Fuld mulighed for granskning, udtræk af data mv. haves ved direkte tilgang til databasen.

## Økonomi

Anskaffelsesudgifterne for systemet bestående af de 5 målesteder og central hovedstationssoftware beløber sig til ca. 2,6 mio. kr. Hertil skal lægges et mindre beløb i størrelsesordenen 0,1 mio. kr. til diverse bygherreleverancer eksempelvis hovedstations-hardware, oprettelses- og tilslutningsafgifter til el og tele etc. Udgifter til rådgivning er ikke medtaget.

Årlige service- og driftsudgifter (serviceaftale, el, tele) forventes at være ca. 200.000 kr.

## Evaluerings

### Systemteknisk evaluering

Selve etableringen af systemet omfatter en række tests af, om systemet lever op til de stillede krav. De to væsentligste tests er en accepttest og en prøvedriftsperiode.

Accepttesten afholdes over en til to dage. Der gås frem efter en på forhånd fastlagt testplan, der sikrer, at alle forhold og funktioner gennemgås og afprøves, og at det sker i en hensigtsmæssig rækkefølge. Hvor det er muligt indgår systemdokumentationens anvisninger og beskrivelser i gennemførelsen af de enkelte testpunkter, eksempelvis følges hele installationsbeskrivelsesproceduren slavisk.

Hovedparten af accepttesten foregår ved hovedstationen, men forinden den finder sted, er marksystemet blevet inspiceret. Efter velgennemført accepttest overgår systemet til prøvedrift, hvor det i en periode på 3 måneder skal køre ”fejlrit” i det reelle driftsmiljø, som det siden hen skal fungere i.

### Trafikal effektanalyse

I det kommende år planlægges gennemført en undersøgelse af systemets trafikale virkning. Undersøgelsen skal afdække, om der kan spores en virkning, og i givet fald hvilken virkning der er tale om.

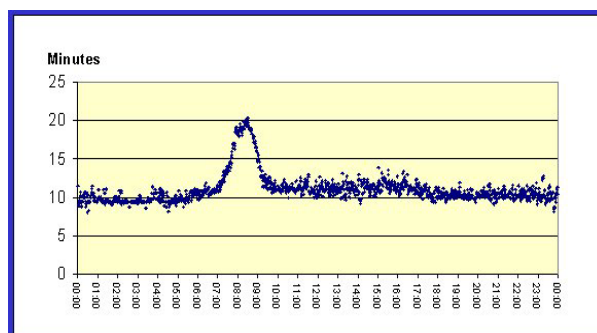
Undersøgelserne vil omfatte trafiktællinger på Frederikssundsvejstrækningen og udvalgte alternative strækninger. Der vil blive gennemført en spørgeskortundersøgelse rettet mod trafikanterne, og systemets egne registreringer og beregninger vil blive analyseret.

Der vil blive søgt efter svar på blandt andet:

- om systemet kan få trafikanterne til at ændre rejsetidspunkt eller rute
- om systemet på anden måde har fået trafikanterne til at ændre adfærd
- hvad trafikanternes holdning er til information generelt og specifikt i form af formidlingen på Internetkortet.

Som eksempel på brug af systemets registreringer er herunder på figur 9 vist graf over den aktuelle rejsetid på hele strækningen fra vest mod øst. Hvis en sådan information er til rådighed for trafikanterne i den konkrete situation, ville der være bedre mulighed for at udjævne trafikbelastningen på det/de kritiske tidspunkt/er.

Figur 9



## **Erfaringsopsamling**

Som tidligere nævnt er systemet i øjeblikket stadig under prøvedrift. Det er således begrænset, hvad der er opsamlet af erfaringer med faktisk brug af systemet. Afslutningsvis sammenfattes herunder diverse, vigtigste erfaringer gjort på nuværende tidspunkt.

- Systemet ser ud til rent teknisk at fungere efter hensigten. Som tidligere nævnt mangler der på nuværende tidspunkt en undersøgelse af de trafikale effekter.
- Systemets evne til at aflæse nummerpladeinformation lever tilsyneladende op til det lovede. Det lovede er i worst-case tilfælde en korrekt aflæsningsandel på 65 pct. af alle køretøjspassager (med gyldig nummerplade) i kameraets detekteringszone – det selv under meget dårlige (dvs. grænsende til ekstreme) vejrforhold.
- Der er tilsyneladende ingen problemer med at anvende en databaseløsning til håndtering og konstant løbende anvendelse af de opsamlede data. De er i hvert fald ikke konstateret til dato med den størrelse systemet og datamængderne har for nuværende. En stress-undersøgelse af systemet vil blive gennemført i nærmeste fremtid.
- Systemet har formentlig flere indstillings- og konfigurationsmuligheder, end der i praksis viser sig at være brug for. En kommende aktivitet er formentlig en nærmere analyse af finjusteringsmulighederne, med henblik på at forenkle indstillings- og konfigurationsmulighederne til brug for specifikation af kommende systemer.
- Bortset fra enkelte tilfælde af graffiti på vejskabe har der ikke fundet hærværk sted på installationerne i marken – dette på trods af at systemet i marken, og specielt kameraerne, fremtræder rimelig tydeligt.
- Etableringsforløbet for marksystemet har været relativt strømlinet. Hvor der har været problemer, har det hovedsagelig vedrørt den centrale hovedstation samt arbejdet vedrørende den afsluttende systemintegrationsproces; herunder det forhold, at systemet har skullet integreres og bringes til at fungere i et eksisterende IT-miljø i modsætning til, hvis det havde været et stand-alone-system.